МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.43-4

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ РАЗЛИЧНОЙ БАЗОВОЙ ОСНОВЫ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

INFLUENCE PRELIMINARY INCUBATIO MOTOR OILS OF VARIOUS BASIC FOUNDATION ON THT OPTICAL PROPERTIES

Рябинин Александр Александрович,
аспирант , e-mail: s-ryabinin@mail.ru
Ryabinin Alexander A., graduate student
.

Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа. 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82/6.
Siberian Federal University, Oil and Gas Institute 82/6, pr. Svobodniy, Krasnoyarsk, 660041.

Аннотация. *Представлены результаты исследования влияния предварительного термостатирования моторных масел различной базовой основы в диапазоне температур от 160 до 300°С на оптические свойства. Установлен температурный интервал термостатирвания, в котором потенциальный ресурс масел максимальный.*

Abstract *The effect of pre-incubation baseline motor oil of various bases in a temperature range from 160 to 300 ° C for optical properties. Established termostatirvaniya temperature range in which the maximum potential oil resource.*

Ключевые слова: предварительное термостатирование, температурная стойкость, термоокислительная стабильность, вязкость, испаряемость, продукты температурной деструкции, оптические свойства, потенциальный ресурс.

Key words: preliminary temperature control, temperature resistance, thermal stability, viscosity, volatility, thermal degradation products, optical properties, potential resource.

Термоокислительная стабильность моторных масел определяет их стойкость к старению. Окисление масла в двигателе происходит более интенсивно в тонких пленках масла поверхностях деталей, нагревающихся до высоких температур и соприкасающихся с горючими газами. В объеме масло окисляется менее интенсивно. На скорость и глубину окислительных процессов влияют попадающие в масло продукты неполного сгорания топлива. Стойкость масел к окислению повышают введение в их состав антиокислительных присадок, включающих диалкил- и диарилдитнофосфаты цинка, улучшающие так же антикоррозионные и противоизносные свойства. Целью настоящей работы является исследование влияния предварительного термостатирования моторных маселна процессы окисления минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC.

Методика исследования предусматривала применение следующих средств контроля и испытания: прибора для предварительного термостатирования; фотометра; прибора для определения термоокислительной стабильности; и электронных весов.

Методика предусматривала 2 этапа исследования, на первом этапе пробу исследуемого масла термостатировали [1] 8 часов в диапазоне температур от 140 до 300 °С с интервалом в 20 °С без перемешивания, без доступа воздуха, при атмосферном давлении, с конденсацией паров и отводом конденсата, что практически исключало их окисление. Для каждой температуры соответствует новая проба масла. После термостатирования отбирались пробы масла для фотометрирования и определения коэффициента поглощения светового потока.

На втором этапе термостатированные пробы масла подвергались окислению при постоянной температуре в 180°С с перемешиванием стеклянной мешалкой с частотой вращения 300 об/мин. После каждых 8-ми часов окисления проба взвешивалась, определялась масса испарившегося масла, отбиралась проба окисленного масла для фотометрирования. Испытания прекращались при достижении коэффициента поглощения светового потока значений равных 0,7-0,8 ед.

Влияние предварительного термостатирования и базовой основы масла на оптические свойства оценивалось предельным значением коэффициента поглощения светового потока равное 0,8 ед. данное значение отмечено на рис. 1 горизонтальной штриховой линией и принято в качестве предельно-

Таблица 1 –Уравнения регрессии для коэффициента поглощения светового потока термостатированных масел при окислении

	Первый участок	Второй участок
Без термостатирования	$K_П$=0.0056 t	$K_П$=0.0151 t - 0.3393
160 °С	$K_П$=0.0101 t	$K_П$=0.0188 t - 0.3557
180 °С	$K_П$=0.0109 t +0.0174	$K_П$=0.0215 t - 0.3500
200 °С	$K_П$=0.0082 t +0.0375	$K_П$=0.0240 t - 0.5950
220 °С	$K_П$=0.0091 t +0.1137	$K_П$=0.0215 t - 0.1700
240 °С	$K_П$=0.0067 t +0.0998	$K_П$=0.0168 t - 0.1050
260 °С	$K_П$=0.0109 t +0.0163	$K_П$=0.0200 t - 0.0350
280 °С	$K_П$=0.0095 t +0.026	$K_П$=0.0179 t - 0.2520
300 °С	$K_П$=0.0176 t - 0.1406	

го. Установлено, что базовая основа и температура предварительного термостатирвания влияют на процессы окисления моторных масел, но не проводит к улучшению оптических свойств не зависимо от температуры термостатирования. На рис. 1 приведены зависимости изменения оптических свойств, оцениваемых коэффициентом поглощения светового потока $K_П$ от времени окисления товарного и термостатированных масел в диапазоне температур от 160 до 300 °С.

Коэффициенты корреляции колеблются в диапазоне от 0,9911 до 0,9999

Установлено, что зависимость имеет перелом, что указывает на наличие двух температурных областей с различной интенсивностью увеличения коэффициента поглощения светового потока. Обе области описываются линейными уравнениями вида

$$K_{\text{п}} = a_{\text{к}} t + b_{\text{к}}, \quad (1)$$

где $a_{\text{к}}$ – параметр, характеризующий скорость образования продуктов деструкции, ед/ч; $b_{\text{к}}$ – параметр, характеризующий начальное значение коэффициента поглощения светового потока, ед.

Увеличение скорости изменения коэффициента $K_П$ во второй области вызвано образованием продуктов деструкции с более высокой оптической плотностью, т.е. во временном интервале окисления минерального моторного масла до достижения коэффициентом поглощения значения 0,8 ед образуются два вида продуктов деструкции – первичные и

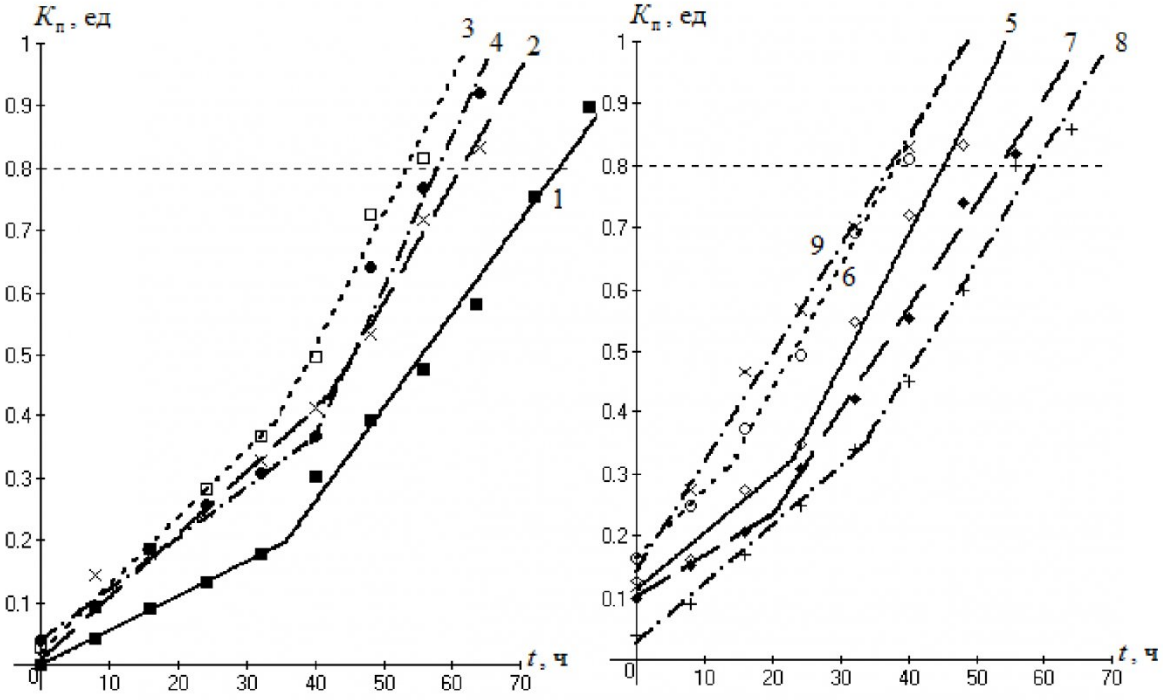

Рис. 1 – Зависимости коэффициента поглощения светового потока от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2 – 9) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температурах термостатирования: 2 – 160 °С; 3 – 180 °С; 4 – 200 °С; 5 – 220 °С; 6 – 240 °С; 7 – 260 °С; 8 – 280 °С; 9 – 300°С

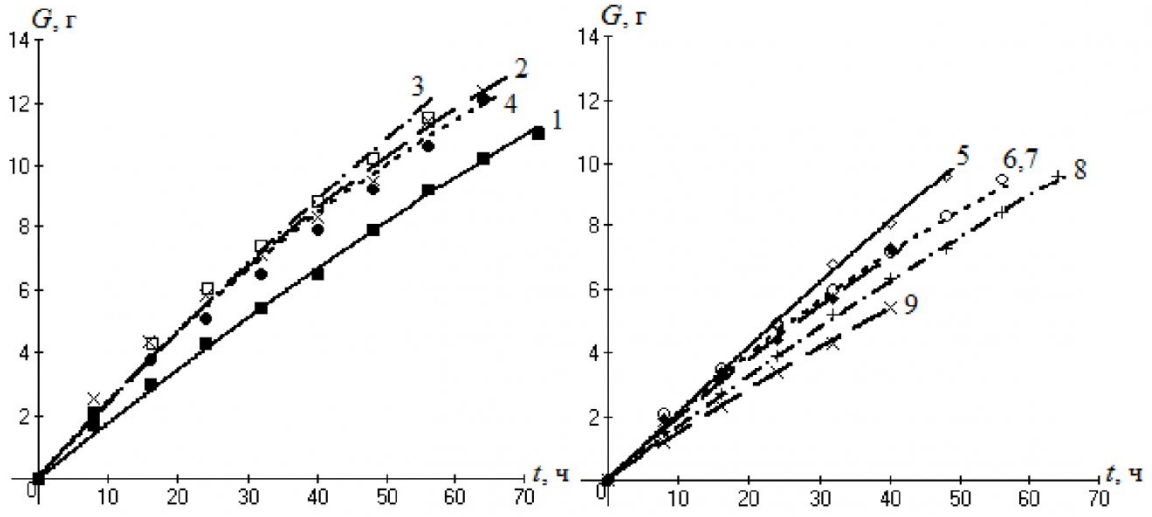

Рис. 2 – Зависимости испаряемости от времени окисления товарного (1) и термостатированного (2 – 9) минерального моторного масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC при температурах термостатирования: 2 – 160 °С; 3 – 180 °С; 4 – 200 °С; 5 – 220 °С; 6 – 240 °С; 7 – 260 °С; 8 – 280 °С; 9 – 300°С

вторичные. Это подтверждается наличием гелеобразного осадка после центрифугирования окисленных масел, объем которого зависит от температуры [2, 3], а также результатами ИК-спектроскопии.

Согласно проведенному регрессионному анализу, установлено, что у масел, термостатированных при температурах 180 °С и выше, в зоне первичных продуктов деструкции появляется параметр $b_к$, который характеризует начальную концентрацию продуктов деструкции, полученную при термостатировании масла. Наибольшая скорость образования первичных продуктов установлена для пробы масла, термостатированного при 180 и 280 °С, которая составила соответственно 0,0109 ед/ч, наименьшая скорость – 0,082 ед/ч установлена для пробы масла термостатированного при температуре 200 °С. Наибольшая скорость образования вторичных продуктов деструкции установлена для пробы масла, термостатированного при 200 °С – 0,0240 ед/ч, а наименьшая – 0,0168 ед/ч для пробы масла, термостатированного при 240 °С. Из всех кривых примечательна кривая, соответствующая пробе масла, термостатированного при 300 °С, здесь с начала проведения опыта образуются одновременно первичные и вторичные продукты, о чем свидетельствует скорость их образования – 0,0176 ед/ч и наличие гелеобразного осадка при ее центрифугировании.

Испаряемость моторного масла (рис. 2) является эксплуатационным показателем, поскольку косвенно характеризует процессы деструкции, чем ниже интенсивность изменения зависимости испаряемости от времени окисления, тем медленнее протекают процессы окисления термостатированных масел. Установлено, что масло, термостатированное при 300 °С (№9 на рисунке), имеет самую низкую испаряемость за 40 ч испытания 5,4 г, а масло, термостатированное при 180 °С (№3 на рисунке) имеет самую высокую испаряемость за 40 ч испытания 8,8 г. В целом, процесс испарения масел при окислении описывается полиномом второго порядка для всех проб при различных температурах предварительного термостатирования:

$$G = a_g t^2 + b_g t + c_g, \qquad (2)$$

где a_g – параметр, характеризующий интенсивность изменения испаряемости от времени окисления, г/ч^2; b_g – параметр, характеризующий скорость испарения, г/ч; c_g – параметр, характеризующий начальное значение испаряемости, г.

Таблица 2 - Регрессионные уравнения зависимостей испаряемости термостатированных масел при окислении всех кривых имеют вид

Без термостатирования	$K_П$= -3.3 ·10^{-4} t^2+0.18t
160 °С	$K_П$= -9.0 ·10^{-4} t^2+0.25t
180 °С	$K_П$= -4.7 ·10^{-4} t^2+0.24t
200 °С	$K_П$= -0.1 ·10^{-4} t^2+0.25t
220 °С	$K_П$= -3.0 ·10^{-4} t^2+0.22t
240 °С	$K_П$= -9.0 ·10^{-4} t^2+0.21t
260 °С	$K_П$= -6.4 ·10^{-4} t^2+0.20t
280 °С	$K_П$=-3.3 ·10^{-4} t^2+0.17t
300 °С	$K_П$=-3.6 ·10^{-4} t^2+0.15t

Коэффициенты корреляции колеблются в диапазоне от 0,9940 до 0,9996

Для оценки влияния температуры предварительного термостатирования на противоизносные свойства смазочных масел предложен коэффициент влияния предварительного термостатирования, определяемый отношением:

$$K_{пт} = \frac{a_{п.тс}}{a_{п.тов}}, \qquad (3)$$

где $a_{п.тс.}$ – параметр, характеризующий скорость

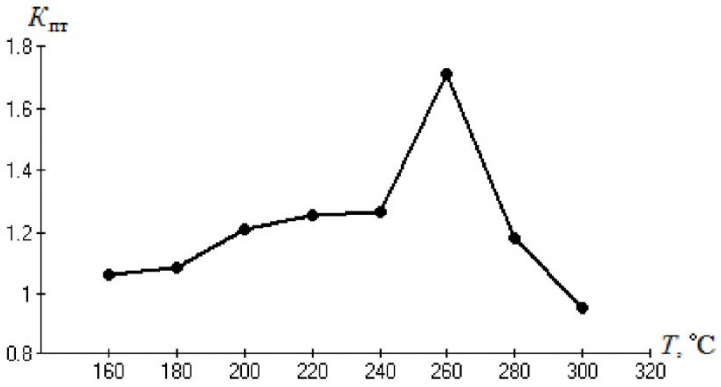

Рис. 3 – Зависимость влияния предварительного термостатирования масел от температуры термостатирования

изменения условной концентрации продуктов деструкции на фрикционном контакте предварительного термостатированного масла, 1/мм^2;

$a_{п.тов}$ – параметр, характеризующий скорость изменения условной концентрации продуктов деструкции на фрикционном контакте товарного масла, 1/мм^2.

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента влияния предварительного термостатирования масел от температуры термостатирования.

Установлено, что при температуре предварительного термостатирования 260 °С критерий противоизносных свойств выше критерия, полученного у товарного масла на 74 %, следовательно при такой температуре термостатирования противоизносные свойства лучше, чем при остальных температурах предварительного термостатирования для минерального моторного масла.

По результатам исследований можно предложить систему снижения износа трибосопряжений.

На основании проведенных исследований минерального моторного масла исследован процесс термоокислительной деструкции, характеризующийся образованием первичных и вторичных продуктов деструкции, различающихся оптическими свойствами; установлены температуры начала образования первичных и вторичных продуктов деструкции; температурная область работоспособности; температуры предельного изменения вязкости при испытании масел; критерии температурной стойкости и противоизносных свойств, а также влияние на эти процессы предварительного термостатирования масла, предложен коэффициент влияния предварительного термостатирования масла на противоизносные свойства, что значительно расширит информацию для потребителей.

Выводы

1. На основании проведенных исследований минерального моторного масла установлено, что окисление, характеризуется образованием первичных и вторичных продуктов деструкции, различающихся оптическими свойствами; установлены температуры начала образования первичных и вторичных продуктов деструкции; температурная область работоспособности.

2. Предварительное термостатирвание минерального масла влияет на процессы окисления моторных масел, но не проводит к увеличению потенциального ресурса не зависимо от температуры термостатирования.

3. Наибольшая скорость образования первичных продуктов установлена для пробы масла, термостатированного при 180 и 280 °С, которая составила соответственно 0,0109 ед/ч, наименьшая скорость – 0,082 ед/ч установлена для пробы масла термостатированного при температуре 200 °С, а наименьшая – 0,0168 ед/ч для пробы масла, термостатированного при 240 °С.

4. При температуре термостатирования 300 °С с начала проведения опыта образуются одновременно первичные и вторичные продукты, о чем свидетельствует скорость их образования – 0,0176 ед/ч и наличие гелеобразного осадка при ее центрифугировании.

5. Предложен коэффициент влияния предварительного термостатирования масла на противоизносные свойства, что значительно расширит информацию для потребителей, а так же система снижения износа трибосопряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. № 2366945 Рос. Федерация: МПК G01N 33/30. Способ определения температурной стойкости смазочных масел / Б. И. Ковальский, Н. Н. Малышева; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – № 2008117201/04; заявл. 29.04.2008; опубл.10.09.2009. Бюл.№25.

2. Ю. Н. Безбородов. Определение смазывающей способности моторных масел по параметру суммарной продолжительности деформаций / Ю. Н. Безбородов, О. Н Петров, А. Н. Сокольников, В. Г. Шрам, А. А. Игнатьев // Вестник Иркутского государственного технического университета. Иркутск. №8 (67). 2012. С. 125-129.

3. Шрам В. Г. Исследование термостойкости минеральных моторных масел. Часть 1 / В. Г. Шрам, Б. И. Ковальский, О. Н. Петров, Ю. Н. Безбородов, А. Н. Сокольников // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т. 15. - № 13. - с. 143-147.

REFERENCES

1. Malysheva; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Sibirskij federal'nyj universitet». – № 2008117201/04; zajavl. 29.04.2008; opubl.10.09.2009. Bjul.№25.

2. Ju. N. Bezborodov. Opredelenie smazyvajushhej sposobnosti motornyh masel po parametru summmarnoj prodolzhitel'nosti deformacij / Ju. N. Bezborodov, O. N Petrov, A. N. Sokol'nikov, V. G. Shram, A. A. Ignat'ev // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. Ir-kutsk. №8 (67). 2012. S. 125-129.

3. Shram V. G. Issledovanie termostojkosti mineral'nyh motornyh masel. Chast' 1 / V. G. Shram, B. I. Koval'skij, O. N. Petrov, Ju. N. Bezborodov, A. N. Sokol'nikov // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. - 2012. - T. 15. - № 13. - s. 143-147.

Поступило в редакцию 26.05. 2016
Received 26 May 2016